

Rec'd PCT/PTO 17 DEC 2004

PCT/JP03/07751

Rec'd PCT/PTO 17 DEC 2004

本 国 特 許

JAPAN PATENT OFFICE

14.07.03

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年 6月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-178806

[ ST.10/C ]:

[ JP2002-178806 ]

出 願 人

Applicant(s):

新日本製鐵株式会社

REC'D 01 AUG 2003

WIPO

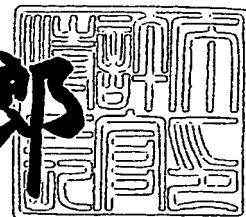
PAT

PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 6月20日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3048750

【書類名】 特許願

【整理番号】 1024071

【提出日】 平成14年 6月19日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 C22C 38/16  
B63B 3/62

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術  
開発本部内

【氏名】 宇佐見 明

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社 技術  
開発本部内

【氏名】 加藤 謙治

【発明者】

【住所又は居所】 大分県大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社  
大分製鐵所内

【氏名】 長谷川 俊永

【特許出願人】

【識別番号】 000006655

【氏名又は名称】 新日本製鐵株式会社

【代理人】

【識別番号】 100077517

【弁理士】

【氏名又は名称】 石田 敬

【電話番号】 03-5470-1900

【選任した代理人】

【識別番号】 100092624

【弁理士】

【氏名又は名称】 鶴田 準一

【選任した代理人】

【識別番号】 100113918

【弁理士】

【氏名又は名称】 亀松 宏

【選任した代理人】

【識別番号】 100082898

【弁理士】

【氏名又は名称】 西山 雅也

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 036135

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0018106

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 原油油槽用鋼材、原油油槽、および原油油槽の防食方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 質量%で、

C : 0.001~0.2%、

Si : 0.01~2.5%、

Mn : 0.1~2%、

P : 0.03%以下、

S : 0.02%以下、

Cu : 0.1~1%、

Mo : 0.01~0.5%、

Al : 0.001~0.3%、

を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなり、

CEQ : 0.36%以下、

ただし、 $CEQ = C + Si / 24 + Mn / 6 + (Cu + Ni) / 15 + (Cr + Mo) / 5$

を満足することを特徴とする原油油槽用鋼材。

【請求項 2】 Cuの含有量が、0.1~0.5質量%であることを特徴とする請求項 1 に記載の原油油槽用鋼材。

【請求項 3】 Moの含有量が、0.01~0.1質量%であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の原油油槽用鋼材。

【請求項 4】 Pの含有量が、0.015質量%以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

【請求項 5】 Sの含有量が、0.01質量%以下であることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

【請求項 6】 Siの含有量が、0.2~0.55質量%であることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

【請求項 7】 Crの含有量が、0.1質量%未満であることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

【請求項 8】 前記鋼材が、質量%で、さらに、

Ni : 0.1~1%、

W : 0.1~1%、

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1~7のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

【請求項 9】 前記鋼材が、質量%で、さらに、

Sb : 0.01~0.3%、

Sn : 0.01~0.3%、

As : 0.01~0.3%、

Bi : 0.01~0.3%、

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1~8のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

【請求項 10】 前記鋼材が、質量%で、さらに、

Nb : 0.005~0.15%、

V : 0.005~0.15%、

Ti : 0.005~0.15%、

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1~9のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

【請求項 11】 前記鋼材が、質量%で、さらに、

Ca : 0.0002~0.01%、

Mg : 0.0002~0.01%、

REM : 0.0002~0.01%、

の1種または2種以上を含有することを特徴とする請求項1~10のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

【請求項 12】 前記鋼材が、質量%でさらに、

B : 0.0002~0.0050%

を含有することを特徴とする請求項1~11のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

【請求項 13】 底板、デッキプレート、側板および骨材の一部または全部

が、請求項 1 ～ 1 2 のいずれかに記載の原油油槽用鋼材からなることを特徴とする原油油槽。

【請求項 1 4】 底板、デッキプレート、側板および骨材の一部または全部が、請求項 1 ～ 1 2 のいずれかに記載の原油油槽用鋼材からなる原油油槽であって、該鋼材表面の熱延スケールを機械的または化学的に除去し、地鉄素地を露出したことを特徴とする原油油槽の防食方法。

【請求項 1 5】 底板、デッキプレート、側板および骨材の一部または全部が、請求項 1 ～ 1 3 のいずれかに記載の原油油槽用鋼材からなる原油油槽であって、該鋼材表面の熱延スケールを機械的または化学的に除去した後、厚さ 1 0  $\mu$  m 以上の塗膜を 1 層以上形成することを特徴とする原油油槽の防食方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、原油タンカーの油槽や、地上または地下原油タンクなどの、原油を輸送または貯蔵する鋼製油槽で生じる原油腐食に対して優れた耐食性を示す溶接構造用鋼材と、この鋼材により製作された鋼製油槽、およびその防食方法に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

原油を輸送する原油タンカーの油槽や、原油を貯蔵する地上または地下原油タンクなどの、原油を輸送または貯蔵する鋼製油槽には、強度や溶接性に優れた溶接構造用鋼材が使用されている。

【0 0 0 3】

原油中に含まれる水分、塩分や腐食性ガス成分により、鋼材は腐食環境に曝される（日本高圧力技術協会：石油タンクの防食および腐食管理指針 HPIS G, p.18 (1989～90), 社団法人日本造船研究協会, H12年度研究概要報告, SR242 原油タンカーの新形コロージョン挙動の研究）。特に、原油タンカー油槽内面では、原油中の揮発成分や、混入海水、油田塩水中の塩分、防爆のために油槽内に送られるイナートガスと呼ばれる船舶のエンジン排気ガス、昼夜の温度変動による結露

などによって独特の腐食環境になり、鋼板が全面腐食により損傷する。

【0004】

さらに、前記の腐食損傷に加えて、鋼製油槽内面の鋼板表面に、大量の固体Sが生成・析出する。これは腐食したデッキ裏の表面の鉄さびが触媒となり、気相中の $\text{SO}_2$ と $\text{H}_2\text{S}$ が反応して固体Sを生成するためである。鋼板の腐食による新しい鉄さびの生成と、固体Sの析出が交互に生じ、鉄さびと固体Sとの層状腐食生成物が析出する。固体S層は脆いため、固体Sと鉄さびとからなる生成物は容易に剥離、脱落し、油槽底にスラッジとして堆積する。定期検査で回収するスラッジの量は、超大型原油タンカーで300トン以上といわれており、維持管理上、固体Sを主体としたスラッジの低減が強く求められていた。

【0005】

鋼材の防食と固体Sを主体としたスラッジの低減を同時に図る技術としては、塗装・ライニング防食が一般的であり、亜鉛やアルミニウムの溶射による防食も提案されている（日本高圧力技術協会：石油タンクの防食および腐食管理指針HPIS G, p.18(1989~90)）。しかし、施工コストがかかるという経済的な問題点に加えて、防食層の施工時のミクロな欠陥や経年劣化で腐食が不可避免的に進展するため、塗装・ライニングをしても定期的な検査と補修が不可欠であるといった課題がある。

【0006】

一方、原油油槽の環境での鋼材自身の耐食性を向上することにより、鋼材表面での固体Sの析出を抑制せしめた技術は今だ開発されていない。それゆえ、タンクなど溶接構造用途では構造物の信頼性向上、寿命延長の観点から、耐食性に優れ、かつ固体Sを主体としたスラッジの生成を抑制する溶接構造用鋼の開発が切望されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、かかる課題を解決するためになされたもので、その目的とするところは、原油油槽環境で優れた耐食性を示し、かつ固体Sを含む腐食生成物の生成速度が遅い溶接構造用鋼材、鋼製油槽、およびその防食方法を提供することであ

る。

【0008】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決すべく、本発明者らは、原油油槽デッキ裏での鋼材の耐食性に及ぼす鋼の化学成分の影響を調査した結果、一般的な溶接構造用鋼の化学組成を基本として、Crを無添加とし、特定量のCuとMoとを複合添加し、不純物であるP、Sの添加量を限定することにより、当該環境での耐食性を飛躍的に向上させることが可能であるという知見を得た。

【0009】

本発明は、上記知見に基づいてなされたもので、その要旨とするところは、以下の通りである。

- (1) 質量%で、C：0.001～0.2%、Si：0.01～2.5%、Mn：0.1～2%、P：0.03%以下、S：0.02%以下、Cu：0.1～1%、Mo：0.01～0.5%、Al：0.001～0.3%、を含有し、残部がFeおよび不可避免的不純物からなり、CEQ：0.36%以下、ただし、 $CEQ = C + Si / 24 + Mn / 6 + (Cu + Ni) / 15 + (Cr + Mo) / 5$ を満足することを特徴とする原油油槽用鋼材。
- (2) Cuの含有量が、0.1～0.5質量%であることを特徴とする前記(1)に記載の原油油槽用鋼材。
- (3) Moの含有量が、0.01～0.1質量%であることを特徴とする前記(1)または(2)に記載の原油油槽用鋼材。
- (4) Pの含有量が、0.015質量%以下であることを特徴とする前記(1)～(3)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。
- (5) Sの含有量が、0.01質量%以下であることを特徴とする前記(1)～(4)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。
- (6) Siの含有量が、0.2～0.55質量%であることを特徴とする前記(1)～(5)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。
- (7) Crの含有量が、0.1質量%未満であることを特徴とする前記(1)～(6)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。



(8) 前記鋼材が、質量%で、さらに、Ni: 0.1~1%、W: 0.1~1%、の1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)~(7)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

(9) 前記鋼材が、質量%で、さらに、Sb: 0.01~0.3%、Sn: 0.01~0.3%、As: 0.01~0.3%、Bi: 0.01~0.3%、の1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)~(8)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

(10) 前記鋼材が、質量%で、さらに、Nb: 0.005~0.15%、V: 0.005~0.15%、Ti: 0.005~0.15%、の1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)~(9)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

(11) 前記鋼材が、質量%で、さらに、Ca: 0.0002~0.01%、Mg: 0.0002~0.01%、REM: 0.0002~0.01%、の1種または2種以上を含有することを特徴とする前記(1)~(10)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

(12) 前記鋼材が、質量%で、さらに、B: 0.0002~0.0050%を含有することを特徴とする前記(1)~(11)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材。

(13) 底板、デッキプレート、側板および骨材の一部または全部が、前記(1)~(12)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材からなることを特徴とする原油油槽。

(14) 底板、デッキプレート、側板および骨材の一部または全部が、前記(1)~(12)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材からなる原油油槽であって、該鋼材表面の熱延スケールを機械的または化学的に除去し、地鉄素地を露出したことを特徴とする原油油槽の防食方法。

(15) 底板、デッキプレート、側板および骨材の一部または全部が、前記(1)~(12)のいずれかに記載の原油油槽用鋼材からなる原油油槽であって、該鋼材表面の熱延スケールを機械的または化学的に除去した後、厚さ10 $\mu$ m以上の塗膜を1層以上形成することを特徴とする原油油槽の防食方法。

## 【 0 0 1 0 】

## 【発明の実施の形態】

まず、本発明にかかる鋼材の成分元素とその添加量について説明する。以下に説明する鋼材の成分添加量の%の単位は質量%である。

## 【 0 0 1 1 】

Cは、0.001%未満に脱C化することは工業的には経済性を著しく阻害するので、0.001%以上添加するが、強度を確保するためには0.002%以上の添加が好ましく、0.2%を超えると溶接性が低下するので、0.001～0.2%を限定範囲とした。

## 【 0 0 1 2 】

Siは、脱酸のために0.01%以上添加する。過度の添加は、熱延鋼板の場合、熱延スケールの固着（デスケール性の低下）を招き、いわゆる唐草模様やあばたと呼ばれるスケール疵が急激に増えるため、2.5%を上限した。Siは、耐食性向上に効果がある元素であり、該効果を出現させるには、0.2%以上の添加が好ましい。特に、溶接構造用鋼としての溶接性や靱性および製造性を考慮する場合は、0.2～0.55%が好ましい。

## 【 0 0 1 3 】

Mnは鋼の強度調整のため0.1%以上添加するが、その上限は2%で十分であり、2%超の添加によるさらなる効果の改善は見られないため、0.1～2%を限定範囲とした。また、Mnは耐食性に影響を与えない元素であるので、溶接構造用鋼用途の場合、必要な機械的特性に応じたC-Mnバランスで添加すればよい。

## 【 0 0 1 4 】

Pは不純物元素であり、0.03%を超えると、耐食性および溶接性を阻害するため、0.03%以下に限定した。特に、0.015%以下が好ましい範囲である。

## 【 0 0 1 5 】

Sは不純物元素であり、0.02%を超えると耐食性および溶接性を阻害するため、0.02%を上限とした。S量は少ないほど好ましく、0.01%以下が

特に好ましい。

【0016】

Cuは、Moとともに0.1%以上添加すると、耐食性および固体Sの生成を抑制する効果がある。1%を超えて添加してもそれらの効果はほぼ飽和し、強度の過度の上昇および製造性の低下を招くため、0.1~1%を限定範囲とした。耐食性、スラッジ生成抑制および製造性のバランスの面から、0.1~0.5%の添加がより好ましい。

【0017】

Moは、Cuとともに0.01%以上添加すると、耐食性およびスラッジ抑制に有効であり、0.5%を超えて添加すると、溶接性を低下させるので、0.01~0.5%に限定した。十分な耐食性、固体Sを含む腐食生成物の生成抑制効果および溶接性を得るには、0.01~0.1%が好ましい。さらに好ましいのは、0.05%±0.02%、すなわち、0.03~0.07%である。

【0018】

Alは、脱酸および固体Sを含む腐食生成物の生成を抑制するために必要に応じて0.001%以上添加するが、0.3%を超えて添加すると溶接性および熱間加工性を損なうため、その範囲を0.001~0.3%とした。

【0019】

CEQは、溶接性に関する炭素当量を示す当量式であり、

$$CEQ = C + Si / 24 + Mn / 6 + (Cu + Ni) / 15 + (Cr + Mo) / 5$$

で表される。CEQを0.36%以下に限定することにより、原油タンカー油槽、または、地上または地下原油タンクの溶接構造用鋼として十分な溶接性が得られる。溶接性は、CEQは少ないほど好ましい。

【0020】

Crは、必要に応じて添加される元素だが、Crは原油環境における耐食性をやや阻害し、かつ固体Sの生成をやや促進する元素であり、0.1%未満に限定すると、Crを0.1%以上添加した鋼と比較して、耐食性およびスラッジの生成抑制の一層の向上が得られる。従って、無添加または0.1%未満が好ましい。

## 【 0 0 2 1 】

N i、Wは、必要に応じて添加される元素だが、C u - M oを含有する鋼において、0. 1 %以上添加すると、耐食性の向上およびスラッジ抑制に効果があるが、1 %を超えて添加してもその効果は飽和するので、0. 1 ~ 1 %を限定範囲とした。

## 【 0 0 2 2 】

S b、S n、A s、B iは、それぞれ0. 0 1 %以上添加すると局部腐食進展速度をさらに低下させる効果があるので必要に応じて添加するが、0. 3 %を超えて添加してもその効果は飽和するので、0. 0 1 ~ 0. 3 %に限定した。

## 【 0 0 2 3 】

N b、V、T iは、炭窒化物を微細化することで鋼の溶接性や強度、靱性を向上させるため、それぞれ必要に応じて0. 0 0 5 %以上添加するが、0. 1 5 %を超えて添加してもその効果は飽和するので、その範囲を0. 0 0 5 ~ 0. 1 5 %とした。前記限定範囲において、局部腐食進展速度をやや抑制する効果が認められる。

## 【 0 0 2 4 】

C a、M g、R E Mは、M n Sなどの硫化物の形態を制御し、鋼の清浄性を向上し、局部腐食進展速度をやや抑制する作用があるため、それぞれ0. 0 0 0 2 %以上を必要に応じて添加するが、0. 0 1 %を超えて添加しても効果は飽和するので、それらの範囲を0. 0 0 0 2 ~ 0. 0 1 %とした。

## 【 0 0 2 5 】

Bは、機械的性質の調整のために必要に応じて0. 0 0 0 2 %以上添加する元素で、0. 0 0 5 0 %を超えて添加してもその効果は飽和するので、0. 0 0 0 2 ~ 0. 0 0 5 0 %に限定した。

## 【 0 0 2 6 】

本発明の鋼材を使用した原油油槽の効果について、普通鋼を使用した原油油槽と比較して述べる。原油油槽においては、原油中に含まれる濃厚塩水が底に分離し、底板や側面では局部腐食が不可避免的に生じるが、本発明の鋼材を使用した原

油油槽では、局部腐食の進展速度が極めて遅い。一般に、原油油槽は定期的な開放検査で局部腐食の位置および深さを検査し、所定の深さ以上の孔食については、肉盛り溶接などによる補修が義務付けられている。それゆえ、本発明の鋼材を使用した原油油槽では、定期検査期間が一定の場合、補修が必要な孔食の数が圧倒的に少なくなり、補修にかかるコストおよび時間を大幅に削減することができる。また、仮に検査漏れで成長性の局部腐食が補修されなくても、普通鋼を使用した原油油槽と比較して、板厚が同じ場合、局部腐食の貫通や原油の漏洩事故に至る確率が低くなり、原油油槽の安全性向上に寄与する。従って、本発明の鋼材を使用すれば、経済面および安全面での優れた原油油槽が、普通鋼と同様の溶接施工で得られる。

## 【 0 0 2 7 】

次に、本発明にかかわる原油油槽の表面仕上げについて述べる。

## 【 0 0 2 8 】

本発明鋼をショットブラストなどの機械的処理または酸洗などの化学的処理によりスケールを除去すると、スケールと地鉄の間の局部電池による局部腐食の発生が抑制される。従って、油槽内面は、熱間圧延時のスケールがついた状態よりも、スケールを除去し、地鉄を露出するのが好ましい。さらに、スケールを除去し、ショットブラストやグリッドブラストで素地調整した後、平均膜厚が  $10\ \mu\text{m}$  の塗装を施すと、さらに一層耐久性が向上する。塗膜の種類は制限されないが、無機ジンクプライマー、有機ジンクプライマーおよびウォッシュプライマーなどが好ましい。

## 【 0 0 2 9 】

次に、本発明にかかわる鋼の好ましい製造方法について述べる。連続鋳造または分解圧延後の再加熱温度は  $1000^{\circ}\text{C}$  以上が好ましく、 $1300^{\circ}\text{C}$  を超えて再加熱すると、結晶粒の粗大化、脱炭および酸化スケールの増大が著しくなるので、その範囲を  $1000\sim 1300^{\circ}\text{C}$  とするのがよい。熱延の仕上げ温度は、混粒化を避けるために  $740^{\circ}\text{C}$  以上がよく、一方、 $1000^{\circ}\text{C}$  を超えると粗粒となるため、 $740^{\circ}\text{C}\sim 1000^{\circ}\text{C}$  が好ましい。その後、空冷または水冷後焼き戻し、水冷ままのいずれの方法を行ってもよい。

## 【0030】

本発明による鋼材は、例えば鋼塊として製造した後に、熱延、鍛造、冷延、伸線によって鋼板や棒線、型钢、矢板などの任意の形状とし、それをプレス等で所定の形状に成形し、さらに加工・溶接しても良く、例えば、鋼板を電縫鋼管等とするために鋼管の形状にした後、2次加工および溶接等を行っても良い。本発明による鋼材の製造工程は、ここで記載のものに留まるものではなく、コストや既存製造設備の制約等を考慮した最適な製品製造工程を選択することが可能である。

## 【0031】

さらに、適当な組成の合金の表面に、本発明による鋼材をメッキ法やクラッド法等の方法で付着させ、熱処理などの適切な処理によって元素を拡散させることにより、請求範囲に記載の化学組成の表面を有する鋼材としても良い。

## 【0032】

また、本発明鋼の使用に際して、表面処理、塗装、電気防食の併用、腐食抑制剤の投入などの防食方法を使用することは、本願発明の範囲を逸脱するものではなく、かつ、これらの防食方法の妨げとなるものでもない。

## 【0033】

## 【実施例】

以下に、本発明の実施例を示す。

## 【0034】

表1に示す化学組成の鋼を20kg真空アーク溶解炉で溶製、1150℃に再加熱後、仕上げ温度800℃～900℃の範囲で板厚9mmに熱間圧延後、空冷した。該熱間圧延材から、幅40mm×長さ40mm×厚さ4mmの腐食試験片を採取した。腐食試験片全面を機械研削し、600番の湿式研磨後、裏面と四周部を塗料で被覆した。試作鋼の腐食速度および固体Sを主体とするスラッジの生成速度は、図1に示す試験装置を用いて評価した。表2には、腐食試験で使したガスの組成を示す。

## 【0035】

【表 1】

鋼種	C	Si	Mn	P	S	Cu	Mo	Al	CEQ	その他の元素		
										Ni	Cr	その他
比較例1	0.140	0.21	1.19	0.012	0.005	0.02	-	0.027	0.354	0.02	0.02	-
比較例2	0.130	0.20	1.01	0.049	0.002	0.29	0.090	0.025	0.358	0.15	0.02	
比較例3	0.130	0.21	1.02	0.012	0.025	0.27	0.050	0.025	0.351	0.15	0.02	
比較例4	0.140	0.21	1.07	0.012	0.010	0.05	0.070	0.025	0.350	0.02	0.02	
比較例5	0.120	0.21	1.04	0.012	0.010	0.49	0.005	0.025	0.356	0.25	0.02	
比較例6	0.120	0.21	1.20	0.012	0.010	0.29	0.055	0.025	0.476	0.02	0.58	
本発明例1	0.140	0.21	1.05	0.011	0.010	0.29	0.050	0.025	0.358	0.02	0.02	
本発明例2	0.140	0.21	1.05	0.029	0.019	0.29	0.050	0.025	0.358	0.02	0.02	
本発明例3	0.140	0.21	1.10	0.029	0.019	0.10	0.050	0.025	0.354	0.02	0.02	
本発明例4	0.140	0.21	1.10	0.029	0.019	0.31	0.010	0.025	0.360	0.02	0.02	
本発明例5	0.120	0.21	1.10	0.029	0.019	0.31	0.050	0.025	0.357	0.15	0.02	
本発明例6	0.090	0.21	0.95	0.029	0.019	0.31	0.050	0.025	0.358	0.15	0.30	
本発明例7	0.130	0.20	1.09	0.015	0.015	0.35	0.049	0.027	0.358	0.02	0.02	
本発明例8	0.120	0.20	1.09	0.015	0.015	0.35	0.030	0.027	0.353	0.15	0.02	
本発明例9	0.120	0.20	1.09	0.015	0.015	0.35	0.049	0.027	0.357	0.15	0.02	
本発明例10	0.110	0.20	1.09	0.015	0.015	0.35	0.070	0.027	0.351	0.15	0.02	
本発明例11	0.110	0.20	1.09	0.015	0.015	0.35	0.095	0.027	0.356	0.15	0.02	
本発明例12	0.120	0.20	1.09	0.015	0.015	0.35	0.030	0.027	0.353	0.15	0.02	Nb:0.011, Ti:0.011
本発明例13	0.120	0.20	1.09	0.015	0.015	0.35	0.049	0.027	0.357	0.15	0.02	Nb:0.009, Ti:0.011
本発明例14	0.110	0.20	1.09	0.015	0.015	0.35	0.070	0.027	0.351	0.15	0.02	Nb:0.008, Ti:0.012
本発明例15	0.120	0.20	1.05	0.015	0.015	0.35	0.095	0.027	0.360	0.15	0.02	W:0.15
本発明例16	0.140	0.25	0.95	0.010	0.005	0.32	0.050	0.024	0.354	0.15	0.02	Nb:0.009, Ti:0.011
本発明例17	0.030	0.25	0.45	0.010	0.005	0.32	0.050	0.290	0.161	0.15	0.02	Nb:0.009, Ti:0.011
本発明例18	0.030	0.25	0.45	0.010	0.005	0.32	0.050	0.290	0.352	0.14	0.98	Nb:0.009, Ti:0.011
本発明例19	0.140	0.25	1.00	0.010	0.005	0.32	0.050	0.021	0.356	0.05	0.02	Sb:0.09
本発明例20	0.140	0.25	0.95	0.010	0.005	0.32	0.050	0.023	0.357	0.19	0.02	Sn:0.03
本発明例21	0.140	0.25	0.95	0.010	0.005	0.32	0.050	0.022	0.357	0.19	0.02	Sb:0.08 Sn:0.05
本発明例22	0.120	0.25	1.10	0.010	0.005	0.32	0.050	0.021	0.350	0.02	0.02	Mg:0.0015
本発明例23	0.110	0.25	1.10	0.010	0.005	0.32	0.040	0.022	0.355	0.02	0.02	Ca:0.0012
本発明例24	0.110	0.25	1.10	0.010	0.005	0.32	0.070	0.021	0.356	0.19	0.02	REM:0.0005
本発明例25	0.140	0.25	1.00	0.010	0.005	0.32	0.020	0.024	0.359	0.19	0.02	B:0.0015
本発明例26	0.050	0.25	0.90	0.010	0.005	0.32	0.095	0.023	0.354	0.02	0.51	V:0.009
本発明例27	0.030	0.25	0.40	0.010	0.005	0.98	0.012	0.023	0.355	0.45	0.75	Nb:0.009, Ti:0.011
本発明例28	0.030	0.25	0.40	0.010	0.005	0.49	0.050	0.025	0.354	0.21	0.95	Nb:0.01, Ti:0.010
本発明例29	0.080	0.25	1.10	0.010	0.005	0.49	0.040	0.100	0.355	0.55	0.02	Nb:0.009, Ti:0.011
本発明例30	0.080	0.20	0.55	0.010	0.005	0.32	0.390	0.021	0.349	0.98	0.02	Nb:0.009, Ti:0.009
本発明例31	0.120	0.20	1.00	0.015	0.015	0.35	0.125	0.027	0.357	0.15	0.02	Nb:0.009, Ti:0.011
本発明例32	0.120	0.20	0.60	0.015	0.015	0.35	0.450	0.027	0.356	0.15	0.02	Nb:0.009, Ti:0.010
本発明例33	0.110	0.20	1.09	0.015	0.015	0.35	0.035	0.027	0.344	0.15	0.02	Nb:0.009, Ti:0.011
本発明例34	0.120	0.20	1.09	0.015	0.015	0.35	0.049	0.027	0.357	0.15	0.02	
本発明例35	0.120	0.20	1.00	0.015	0.015	0.35	0.070	0.027	0.346	0.15	0.02	
本発明例36	0.110	0.20	0.90	0.015	0.015	0.35	0.250	0.027	0.356	0.15	0.02	
本発明例37	0.100	0.25	1.15	0.010	0.005	0.32	0.060	0.022	0.351	0.18	0.02	

下線数字：本発明の範囲外

【0036】

【表 2】

ガス成分	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>
濃度	1 2 体積%	5 0 0 p p m	5 体積%	残

## 【0 0 3 7】

ガスは、露点調整水槽 2 を通して、一定の露点（3 0℃）に調整した後、試験チャンバー 3 に送った。腐食試験前に、NaCl の付着量が 1 0 0 0 m g / m<sup>2</sup> となるように試験片 4 の表面に NaCl 水溶液を塗布、乾燥させ、試験チャンバー内の恒温ヒーター板 5 に水平に設置した。ヒーター制御器 6 を制御することにより、図 2 に示すような 2 0℃ - 1 時間、および 4 0℃ - 1 時間の計 2 時間 / サイクルの温度サイクルを与え、試験片表面で乾湿繰り返しが生じるようにした。8 週間（7 2 0 サイクル）後に腐食減量から腐食速度を、試験片表面に生成した生成物質量からスラッジ生成速度を評価した。なお、生成物は化学分析および X 線回折で、オキシ水酸化鉄（鉄さび）および固体 S であることを予備試験で確認した。また、溶接性の評価は、J I S Z 3 1 0 1 に基づき、溶接熱影響部の最高硬さ試験を実施した。

## 【0 0 3 8】

表 3 は、試作鋼の評価結果をまとめたものである。本発明例 1 ~ 3 1 は、いずれも、腐食速度が最大でも普通鋼（比較例 1）の 1 / 4 以下であり、かつ、固体 S を含む腐食生成物の生成速度も普通鋼（比較例 1）の 1 / 4 以下と、遅いことがわかる。

## 【0 0 3 9】

比較例 1 は、造船用普通鋼（K A 3 2）で、Cu および Mo が本発明の下限未満である。本発明例 1 ~ 3 7 の腐食速度および固体 S を含む腐食生成物の生成速度は、比較例 1 の 1 / 4 以下である。

## 【0 0 4 0】

比較例 2 は、P が本発明の上限を超えている。本発明例 1 ~ 3 7 の腐食速度および固体 S を含む腐食生成物の生成速度は、比較例 2 の 1 / 3 以下である。また



、比較例 2 の溶接部最高硬さは 2 5 0 を超えている。

【 0 0 4 1 】

比較例 3 は、S が本発明の上限を超えている。本発明例 1 ～ 3 7 の腐食速度および固体 S を含む腐食生成物の生成速度は、比較例 3 の  $1/3$  以下である。

【 0 0 4 2 】

比較例 4 は、Cu が本発明の下限に満たない。本発明例 1 ～ 3 7 の腐食速度および固体 S を含む腐食生成物の生成速度は、比較例 4 の  $1/3$  以下である。

【 0 0 4 3 】

比較例 5 は、Mo が本発明の下限に満たない。本発明例 1 ～ 3 7 の腐食速度および固体 S を含む腐食生成物の生成速度は、比較例 5 の  $1/4$  以下である。

【 0 0 4 4 】

比較例 6 は、CEQ が本発明の上限を超えて、最高硬さが 2 7 0 を超えており、本発明例の最高 2 1 4 より 5 6 高く、溶接性が低い。

【 0 0 4 5 】

【表 3】

鋼種	相対 腐食速度*1	相対 スラッジ 生成速度*2	溶接部 最高硬さ (Hv)	総合 評価
比較例1	100.0	100.0	209.0	×
比較例2	89.0	98.5	265.0	×
比較例3	105.3	100.9	225.4	×
比較例4	88.4	86.9	219.3	×
比較例5	98.8	97.4	205.0	×
比較例6	24.3	18.3	297.0	×
本発明例1	24.9	23.9	210.2	○
本発明例2	18.5	18.7	209.1	○
本発明例3	15.8	14.2	207.8	○
本発明例4	14.2	21.2	208.2	○
本発明例5	20.0	18.6	205.9	○
本発明例6	20.2	17.8	206.4	○
本発明例7	20.3	22.5	206.1	○
本発明例8	15.7	15.4	214.0	○
本発明例9	23.0	20.2	211.2	○
本発明例10	16.5	21.5	212.5	○
本発明例11	22.0	21.5	206.8	○
本発明例12	23.8	20.8	212.1	○
本発明例13	22.0	14.4	210.2	○
本発明例14	23.9	23.5	213.4	○
本発明例15	18.2	14.7	205.3	○
本発明例16	19.6	14.3	207.3	○
本発明例17	15.3	14.2	209.3	○
本発明例18	24.8	24.5	213.3	○
本発明例19	15.2	18.7	205.6	○
本発明例20	22.3	19.2	208.2	○
本発明例21	21.2	22.6	205.3	○
本発明例22	14.1	23.5	213.1	○
本発明例23	16.7	15.0	213.3	○
本発明例24	16.5	22.4	207.9	○
本発明例25	20.5	18.8	214.0	○
本発明例26	16.4	15.5	208.7	○
本発明例27	19.3	17.5	213.9	○
本発明例28	23.4	24.1	206.8	○
本発明例29	15.3	18.4	214.1	○
本発明例30	19.2	24.8	208.4	○
本発明例31	18.7	15.2	213.3	○
本発明例32	19.2	22.3	207.9	○
本発明例33	22.6	21.2	214.0	○
本発明例34	23.5	15.5	208.7	○
本発明例35	15.0	17.5	213.9	○
本発明例36	22.4	24.1	206.8	○
本発明例37	17.8	14.6	211.0	○

\*1: 比較例1の腐食速度(0.51mm/y)を100とした相対値

\*2: 比較例1の析出固体Sを含めた腐食生成物の質量(1200mg/試験片)を100とした相対値

【0046】

表4は、比較例1と本発明例17の試験後の腐食生成物の総質量および組成を示したものである。比較例1および本発明例17ともに、腐食生成物は、鉄さび成分と固体Sによって構成されており、本試験法が原油油槽内面で生じる腐食環境を十分に再現していることがわかる。また、本発明例17は、比較例1に対して固体Sの析出生成量が5質量%に抑制されていることがわかる。

【0047】

【表4】

	総質量	鉄さび成分*1	固体S	(mg/16cm <sup>2</sup> ) その他
比較例1	1213	421	783	9
本発明例17	199	142	46	11

\*1 結晶性FeOOH、無定形FeOOH、Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

【0048】

【発明の効果】

本発明により、CuとMoの複合添加、および不純物であるP、Sの制限によって、腐食速度および固体Sを主体としたスラッジ生成速度の低い原油油槽用の安価な溶接構造用鋼を提供することが可能になり、鋼構造物、船舶の長期の信頼性向上、安全性向上、経済性の向上等に寄与する。

【図面の簡単な説明】

【図1】

腐食試験装置の構成図である。

【図2】

試験片に付加した温度サイクルを説明する図である。

【符号の説明】

- 1…混合ガス源
- 2…露点調整水槽
- 3…試験チャンバー
- 4…試験片
- 5…恒温ヒーター板

特 2 0 0 2 - 1 7 8 8 0 6

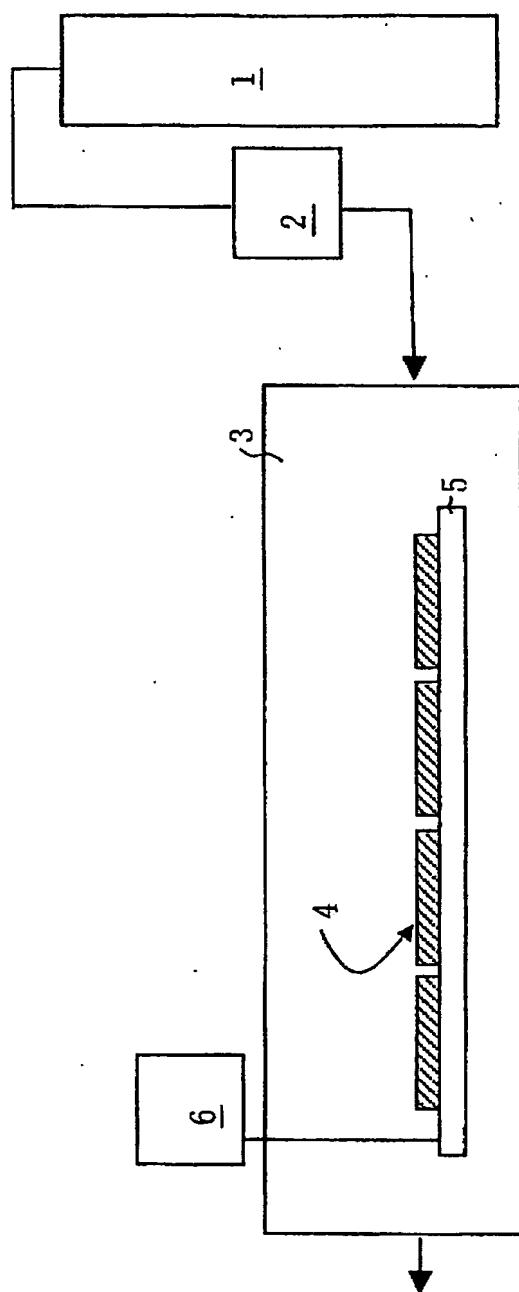
6 … ヒーター制御器

【書類名】

図面

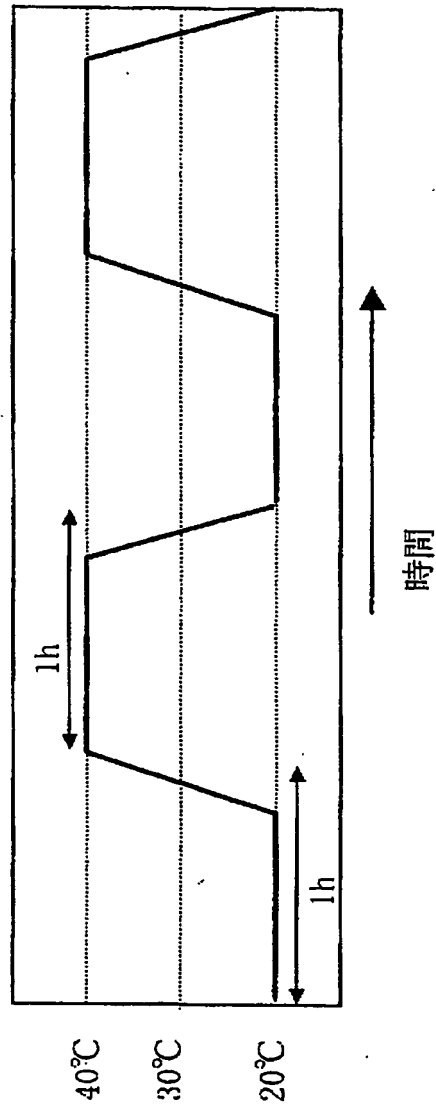
【図 1】

図 1



【図 2】

図 2



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 原油タンカーの油槽、地上または地下原油タンク等の原油輸送、貯蔵調製油槽で生じる原油腐食に対し優れた耐食性を有する原油油槽用鋼材、原油油槽、および原油油槽の防食方法を提供する。

【解決手段】 質量%で、C: 0. 0 0 1 ~ 0. 2 %、Si: 0. 0 1 ~ 2. 5 %、Mn: 0. 1 ~ 2 %、P: 0. 0 3 %以下、S: 0. 0 2 %以下、Cu: 0. 1 ~ 1 %、Mo: 0. 0 1 ~ 0. 5 %、Al: 0. 0 0 1 ~ 0. 3 %、を含有し、残部がFeおよび不可避免の不純物からなり、CEQ: 0. 3 6 %以下、ただし $CEQ = C + Si / 24 + Mn / 6 + (Cu + Ni) / 15 + (Cr + Mo) / 5$ を満足することを特徴とする原油油槽用鋼材、および原油油槽ならびにその防食方法。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006655]

1. 変更年月日

1990年 8月10日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

氏 名

新日本製鐵株式会社